

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 42 35 412 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**C 10 J 3/00**

②① Aktenzeichen: P 42 35 412.9  
②② Anmeldetag: 21. 10. 92  
④③ Offenlegungstag: 28. 4. 94

DE 42 35 412 A 1

⑦① Anmelder:  
Metallgesellschaft AG, 60323 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Schaub, Georg, Dr., 6370 Oberursel, DE; Reimert,  
Rainer, Dr., 6270 Idstein, DE; Löffler, Johannes, Dr.,  
6380 Bad Homburg, DE; Beiswenger, Hans, 6232 Bad  
Soden, DE

⑤④ Verfahren zum Vergasen von brennbare Bestandteile enthaltenden Abfallstoffen

⑤⑦ Die Abfallstoffe werden nach dem Verfahren der zirkulierenden Wirbelschicht in einem Vergasungsreaktor unter Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas vergast. Vom oberen Bereich des Vergasungsreaktors zieht man ein Gas-Feststoff-Gemisch ab und führt es einem Abscheider zu. Aus dem Abscheider wird staubhaltiges Gas abgezogen und getrennt davon leitet man abgeschiedene Feststoffe mindestens teilweise zurück in den unteren Bereich des Vergasungsreaktors. Im Vergasungsreaktor herrschen Temperaturen im Bereich von 700 bis 1000°C. Das aus dem Abscheider abgezogene staubhaltige Gas, das einen Heizwert von etwa 3000 bis 6000 kJ/Nm<sup>3</sup> aufweist, wird einer Brennkammer zugeführt und dort bei Temperaturen von 1200 bis 1900°C verbrannt. Aus der Brennkammer wird flüssige Schlacke abgezogen.

DE 42 35 412 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 94 408 017/39

6/40

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vergasen von brennbaren Bestandteilen enthaltenden Abfallstoffen in der zirkulierenden Wirbelschicht, wobei man die Abfallstoffe in einem Vergasungsreaktor unter Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas im Wirbelzustand vergast, vom oberen Bereich des Vergasungsreaktors ein Gas-Feststoff-Gemisch einem Abscheider zuführt, aus dem Abscheider staubhaltiges Gas abzieht und getrennt davon abgeschiedene Feststoffe ableitet und die Feststoffe mindestens teilweise in den unteren Bereich des Vergasungsreaktors zurückführt.

Im US-Patent 4 469 050 wird die Verbrennung oder Vergasung von kohlenstoffhaltigem Material oder auch von Abfällen in der zirkulierenden Wirbelschicht beschrieben. Die Umsetzung findet im Wirbelzustand in einem Reaktor statt, an den sich ein Zyklonabscheider anschließt. Vom Zyklon werden die abgeschiedenen Feststoffe mindestens teilweise in den unteren Bereich des Reaktors zurückgeleitet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Vergasung der Abfallstoffe beim eingangs genannten Verfahren so durchzuführen, daß die Menge der aus dem Vergasungsreaktor abzuziehenden Asche möglichst gering ist. Gleichzeitig soll dafür gesorgt werden, daß die Reinigung des bei der Vergasung entstehenden Abgases möglichst kostengünstig erfolgen kann und die Feststoffrückstände ohne großen Aufwand weiterverarbeitet oder deponiert werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man die Vergasung im Vergasungsreaktor bei Temperaturen im Bereich von 700 bis 1000°C durchführt, daß man aus dem Abscheider brennbares, staubhaltiges Gas

- a) mit einem Kohlenstoffgehalt des Staubes von 30 bis 90 Gew.%,
- b) mit einem Gehalt an freiem O<sub>2</sub> im Gas von höchstens 1 Vol.%,
- c) mit einem Heizwert von etwa 3000 bis 6000 kJ/Nm<sup>3</sup> und
- d) mit einem Staubgehalt von 5 bis 500 g/Nm<sup>3</sup>

abzieht und das brennbare, staubhaltige Gas einer Brennkammer zuführt, in welcher man das Gas bei Temperaturen von 1200 bis 1900°C verbrennt, wobei eine flüssige Schlacke und Verbrennungsgas entstehen, die man getrennt abzieht.

Die in der Brennkammer gebildete flüssige Schlacke weist nach ihrer Abkühlung nur noch eine geringe Eluierbarkeit auf, so daß sie sich verwerten oder auch einfach deponieren läßt. Durch die Verbrennung in der Brennkammer wird so das Problem der vom Abscheider kommenden Flugstäube mit ihrem erheblichen Kohlenstoffgehalt und ihrem nicht zu vernachlässigenden Gehalt an Schwermetallen gelöst. Gleichzeitig werden organische Schadstoffe, insbesondere Dioxine und Furane, in der Brennkammer vollständig zerstört.

Um in der Brennkammer genügend hohe Temperaturen zu erreichen, kann es zweckmäßig sein, neben dem staubhaltigen Gas aus dem Abscheider auch noch Zusatzbrennstoff zuzuführen. Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, der Brennkammer Feststoffe aus dem Vergasungsreaktor aufzugeben. Dabei verringert man die Menge der aus dem Vergasungsreaktor abzuziehenden Asche und erzeugt in der Brennkammer eine größere Menge an flüssiger Schlacke, deren Kohlen-

stoffgehalt nur noch sehr gering ist und die die bereits erwähnte geringe Eluierbarkeit aufweist. Die Brennkammer kann so ausgestaltet werden, daß man ihr maximal die gesamte Asche aus dem Vergasungsreaktor zuführen kann.

Um die Bedingungen im Vergasungsreaktor einzustellen, gibt es an sich bekannte Möglichkeiten wie z. B. die zusätzliche Zufuhr von Wasserdampf oder Rauchgas neben dem nötigen Sauerstoff, z. B. in Form von Luft. Die Luft kann dabei auch mit Sauerstoff angereichert sein. Vorzugsweise führt man dem Vergasungsreaktor vorgewärmtes sauerstoffhaltiges Gas, z. B. Luft, mit einer Temperatur im Bereich von 200 bis 600°C zu. Es kann ferner zweckmäßig sein, auch dem Vergasungsreaktor Zusatzbrennstoff, z. B. Kohle, zusammen mit den Abfallstoffen aufzugeben. Vor allem in der Anfangsphase der Vergasung ist dies üblicherweise notwendig. Zumeist liegt das Gewichtsverhältnis der Menge an Abfallstoffen, die man pro Zeiteinheit in den Vergasungsreaktor leitet, zur Menge der pro Zeiteinheit vom Abscheider kommenden, zum Vergasungsreaktor zurückgeführten Feststoffe im Bereich von 1:10 bis 1:100.

Bei den zu vergasenden Abfallstoffen handelt es sich bevorzugt um kommunale oder industrielle Abfälle sowie auch um Sonderabfälle. Die Abfallstoffe können nicht nur Feststoffe, sondern auch schlammförmig, teigig oder teilweise flüssig sein. Ist der Feststoffgehalt der Abfälle niedrig, kann man inerte Feststoffe, z. B. Sand oder aus dem Vergasungsreaktor abgezogene Asche, zumischen.

Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert, die ein vereinfachtes Fließschema zeigt.

Dem Vergasungsreaktor (1) gibt man durch die Leitung (2) zerkleinerte Abfälle auf und führt durch die Leitung (3) Wirbelluft zu, die vorzugsweise vorerhitzt ist. Die Luft gelangt zunächst in eine Verteilkammer (4) und tritt dann durch einen Düsenrost (5) in den Reaktor (1) ein. Sekundärluft, die vorzugsweise ebenfalls vorerhitzt ist, wird durch die Leitung (6) zugespeist. Falls erforderlich, kann man durch die Leitung (7) Zusatzbrennstoff, z. B. Kohle oder Öl, heranführen, alternativ kann es sich hierbei auch um eine mit Öl oder Gas befeuerte Stützfeuerung handeln, die vor allem in der Anfangsphase wirksam wird.

Im Reaktor (1) befinden sich Gase und Feststoffe im Zustand der zirkulierenden Wirbelschicht. Ein Gas-Feststoff-Gemisch verläßt den Reaktor (1) durch den Kanal (9) und wird in einem Feststoffabscheider, bei dem es sich z. B. um einen Zyklon (10) handeln kann, getrennt. Abgeschiedene Feststoffe gelangen durch die Leitung (11), den Siphon (12) und die Leitung (13) zurück in den unteren Bereich des Vergasungsreaktors (1). Durch eine Luftzuspeisung (14) wird der Feststoffdurchgang durch den Siphon (12) und die Leitung (13) in an sich bekannter Weise gesteuert. Aus dem Vergasungsreaktor zieht man Asche durch die Leitung (15) ab.

Die Temperaturen im Vergasungsreaktor (1) liegen im Bereich von 700 bis 1000°C und vorzugsweise bei mindestens 750°C. Durch die unterstöchiometrische Sauerstoffzufuhr in den Reaktor (1) weist das aus dem Zyklon (10) durch die Leitung (18) abgezogene staubhaltige Gas brennbare Bestandteile und einen erheblichen Heizwert auf. Gleichzeitig enthält dieses Gas aber auch Schadstoffe und hochgiftige Bestandteile, zu denen Dioxine und Furane gehören.

Das Gas der Leitung (18) wird einer Brennkammer

(19) zugeführt, in welcher es einer Verbrennung bei Temperaturen im Bereich von 1200 bis 1900°C unterworfen wird. Sauerstoffhaltiges Gas (z. B. Luft oder mit Sauerstoff angereicherte Luft oder technisch reiner Sauerstoff) kommt aus der Leitung (20). Für Zusatzbrennstoff, z. B. Erdgas oder Öl, ist die Leitung (21) vorgesehen. Die Bedingungen in der Brennkammer (19) werden so gewählt, daß neben dem Verbrennungsgas flüssige Schlacke entsteht, die man in der Leitung (22) abzieht.

Eine Verfahrensvariante besteht darin, der Brennkammer auch Feststoffe aus dem Vergasungsreaktor zuzuführen, die nicht bereits im Gas der Leitung (18) enthalten sind. Solche Feststoffe können z. B. aus dem Bereich des Siphons (12) abgezweigt und auf dem gestrichelt eingezeichneten Transportweg (23) in die Brennkammer (19) geführt werden. Möglich ist es ferner, einen Teil der Asche der Leitung (15) in die Brennkammer (19) einzuspeisen, was in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Die intensive Verbrennung in der Brennkammer (19) führt zu einer Schlacke mit einem sehr geringen Restgehalt an Kohlenstoff und insbesondere weist diese Schlacke eine sehr geringe Eluierbarkeit auf, so daß sie z. B. im Baubereich wiederverwendet oder problemlos deponiert werden kann.

Aus der Brennkammer (19) zieht man Verbrennungsgas in der Leitung (25) ab und kühlt und reinigt es in an sich bekannter, nur schematisch dargestellter Weise. Die Kühlung dient der Abhitzeverwertung, zu diesem Zweck ist ein Abhitzekegel (26) angedeutet, in welchem üblicherweise auch noch etwas Staub anfällt. Dieser Staub wird in der Leitung (27) abgezogen. Das teilweise gekühlte Verbrennungsgas gelangt dann durch die Leitung (28) zur Gasreinigung (29), die in bekannter Weise ausgestaltet ist, um z. B. HCl, HF, Schwefelverbindungen- und  $\text{NO}_x$  zu entfernen. Hierbei können trockene und nasse Reinigungsverfahren kombiniert werden, auch sind für die Entstaubung Filter, z. B. Elektrofilter, notwendig. Ein geeignetes Gasreinigungsverfahren ist in DE-C 40 12 887 beschrieben. Schließlich zieht das gekühlte und gereinigte Verbrennungsgas durch den Kamin (30) ab.

Durch die Verbrennung bei hohen Temperaturen in der Brennkammer (19) werden Dioxine und Furane weitgehend zerstört. Dadurch findet man im  $\text{Nm}^3$  Gas der Leitung (25) nur noch weniger als 0,01 Nanogramm dieser hochgiftigen Substanzen, während das Gas der Leitung (18) noch bis etwa 10 ng/ $\text{Nm}^3$  davon enthält.

#### Beispiel

In einer der Zeichnung entsprechenden Anlage wird im Vergasungsreaktor (1) Hausmüll mit folgender Elementaranalyse bei Temperaturen von etwa 800°C bei Atmosphärendruck vergast:

C	23 Gew.-%
H	3 Gew.-%
O	15 Gew.-%
N	0,3 Gew.-%
S	0,4 Gew.-%
$\text{H}_2\text{O}$	33 Gew.-%
Asche	25,3 Gew.-%

Pro Tonne Müll werden dem Reaktor (1) insgesamt 840  $\text{Nm}^3$  Luft von 350°C als Vergasungsmittel zugeführt. Es entstehen 253 kg Asche mit einem C-Gehalt

von 2,8 Gew.-% und 1634  $\text{Nm}^3$  an brennbare Bestandteile enthaltendem Gas, das in der Leitung (18) einer Schmelzkammerfeuerung (19) zugeführt wird. Dieses Gas enthält 32,6 kg Staub mit einem C-Gehalt von 70 Gew.-%, es hat einen Heizwert von 3180 kJ/ $\text{Nm}^3$  und ist praktisch frei von molekularem  $\text{O}_2$ . Die Hauptkomponenten des Gases der Leitung (18) sind folgende:

	$\text{CO}_2$ 10,15 Vol.-%
10	$\text{CO}$ 7,75 Vol.-%
	$\text{H}_2$ 6,22 Vol.-%
	$\text{CH}_4$ 2,70 Vol.-%
	$\text{C}_6\text{H}_6$ 0,60 Vol.-%
	$\text{H}_2\text{S}$ 0,16 Vol.-%
15	$\text{COS}$ 0,01 Vol.-%
	$\text{NH}_3$ 0,09 Vol.-%
	$\text{HCN}$ 0,01 Vol.-%
	$\text{N}_2$ 40,73 Vol.-%
	$\text{H}_2\text{O}$ 31,56 Vol.-%

Daneben enthält das Gas in geringen Mengen noch insbesondere HCl, HF, Schwefelverbindungen, Stickoxide, Dioxine und Furane.

Das Gas aus der Leitung (18) wird in der Schmelzkammer bei Temperaturen von etwa 1500°C ohne Zusatzbrennstoff mit 2513  $\text{Nm}^3$  Luft von 350°C verbrannt. Es entstehen 1,22 kg flüssige Schlacke mit 2 Gew.-% C und 4045  $\text{Nm}^3$  Rauchgas, das 10,8 kg Staub mit sich führt. Das Rauchgas besteht vor allem aus

30	$\text{CO}_2$ 9,84 Vol.-%
	$\text{N}_2$ 65,37 Vol.-%
	$\text{O}_2$ 6,00 Vol.-%
	$\text{SO}_2$ 0,07 Vol.-%
35	$\text{H}_2\text{O}$ 18,72 Vol.-%

und enthält insbesondere noch HCl, HF,  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_x$ .

Um die Eluierbarkeit der Schlacke aus der Schmelzkammerfeuerung zu testen, wurden 100 g Schlacke in 1 l Wasser eine halbe Stunde lang gekocht und danach das abfiltrierte Wasser untersucht. Dabei wurde gefunden:

	elektrische Leitfähigkeit	10,2 mS/m
	Chlorid	3,0 mg/l
45	Fluorid	0,09 mg/l
	Chrom	0,03 mg/l
	Eisen	0,01 mg/l
	Blei	0,002 mg/l

Der Gehalt an Cadmium und Kobalt lag jeweils unterhalb von 0,001 mg/l und der Hg-Gehalt lag unterhalb von 0,0001 mg/l.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vergasen von brennbaren Bestandteilen enthaltenden Abfallstoffen in der zirkulierenden Wirbelschicht, wobei man die Abfallstoffe in einem Vergasungsreaktor unter Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas im Wirbelzustand vergast, vom oberen Bereich des Vergasungsreaktors ein Gas-Feststoff-Gemisch einem Abscheider zuführt, aus dem Abscheider staubhaltiges Gas abzieht und getrennt davon abgeschiedene Feststoffe ableitet und die Feststoffe mindestens teilweise in den unteren Bereich des Vergasungsreaktors zurückführt, dadurch gekennzeichnet, daß man die Vergasung

im Vergasungsreaktor bei Temperaturen im Bereich von 700 bis 1000°C durchführt, daß man aus dem Abscheider brennbares, staubhaltiges Gas

- a) mit einem Kohlenstoffgehalt des Staubes von 30 bis 90 Gew.%,
- b) mit einem Gehalt an freiem O<sub>2</sub> im Gas von höchstens 1 Vol.%,
- c) mit einem Heizwert von etwa 3000 bis 6000 kJ/Nm<sup>3</sup> und

d) mit einem Staubgehalt von 5 bis 500 g/Nm<sup>3</sup> abzieht und das brennbare, staubhaltige Gas einer Brennkammer zuführt, in welcher man das Gas bei Temperaturen von 1200 bis 1900°C verbrennt, wobei eine flüssige Schlacke und Verbrennungsgas entstehen, die man getrennt abzieht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man der Trennkammer Zusatzbrennstoff zuführt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man der Brennkammer Feststoffe aus dem Vergasungsreaktor zuführt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man der Brennkammer pro Nm<sup>3</sup> Gas (feststofffrei gerechnet) mindestens 100 g Feststoffe und/oder Asche aus dem Vergasungsreaktor zuführt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man dem Vergasungsreaktor sauerstoffhaltiges Gas mit einer Temperatur im Bereich von 200 bis 600°C zuführt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewichtsverhältnis der Menge an Abfallstoffen, die man pro Zeiteinheit in den Vergasungsreaktor leitet, zur Menge der pro Zeiteinheit vom Abscheider kommenden, zum Vergasungsreaktor zurückgeführten Feststoffe 1 : 10 bis 1 : 100 beträgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

